

## 東北大学遺伝生態研究センター通信 No. 6

|     |   |
|-----|---|
| 著者  | 東北大学遺伝生態研究センター  |
| 発行年 | 1989-09   |
| URL | <a href="http://hdl.handle.net/10097/49041">http://hdl.handle.net/10097/49041</a> |



# 東北大学

## 遺伝生態研究センター通信

1989. 9 No. 6

### 次世紀と生命・環境の探求

服部 勉（遺伝生態研究センター）

20世紀がどんな世紀であったか、人によっていろいろな考えがあるであろう。筆者は科学研究の立場から、分子－原子－素粒子における物質の解明と分解合成技術開発、それに電子計算機－遺伝子を中核とした情報の理論と技術における革命的発展に注目したい。人類史上に類をみないこの革命的発展はまた、地球環境に想像を絶する深刻な変化をもたらすに至っている。人類は、次世紀をどのように生き、どのような研究活動を営むのであろうか。本センターが発足して一年余り、筆者の関心は以上のような問題意識に、ますます強く惹かれている。

ところで20世紀の科学を洞察した書物として、次の3冊をあげることができる。1914年に原子力利用と核戦争を予想したH.G. ウェルスの“The World Set Free”, 物質合成を謳歌した1919年出版のE.E. スロツソンの“Creative Chemistry”（「物質創造史」）須沢・蠟山共訳、春秋社）、1944年に分子生物学を構想したE. シュレジンガーの“What Is Life?”（「生命とは何か」岡・鎮目共訳、岩波新書）などそれぞれ違ったニュアンスではあるが、20世紀科学の前途について、広範な人々に語りかけた。

なかでもウェルスの批判的で鋭い洞察力には、強く惹かれるものがある。彼はまた、生物科学と人類の歴史を重視し、この分野でも一連のすぐれた著書、編書を出版したが、このことも忘れられない。

さてそれでは次世紀の科学研究は、どのようなものであろうか。人類の生存に対するかつてない危機の中で、生命・環境の研究が重視されることは、当然のことだろう。20世紀に生き、その栄光と危機を体験したわれわれには贖罪に響くこのテーマも、次世紀の人々にとっては献身と創造の大事業に映るかもしれない。地球や人類の歴史は、どんな変化も厳密な意味で元に戻ることもありえないことを教えている。一度破壊された生態系は、復帰ではなく、生物間および生物－環境間の新しい関係の創造を必要とするであろう。したがってそれは、人類の生存をかけた「新しい地球環境の創造」の事業と呼ばれるかもしれない。

そこに住む多種類の動物、植物は勿論、無数とさえいえる微生物たちの各々に関する豊富な情報とこれら生物たちの間の相互作用に関する予測からなる生態科学を、遺伝子情報の解析結

果を基礎とする新しい理論構造によって再構築しようとする試みも生まれるであろう。この試みは、何よりもまず微生物生態の研究において、大きな成果を達成する可能性がある。

また地球環境そのものの創造においては、荒地から緑の大地を創造する植物たちの一連の遷移とそれを保証する豊富な遺伝資源のプールとその効果的利用の追求が盛んになろう。一方、

環境に関する理解も、20世紀におけるどちらかといえば受動的で個別的寄せ集めの理解を乗り越え、能動的で総合的な新しい理解へと深化されよう。今日の環境科学そのものも過渡的であり、次世紀には自律的で主体性のある基礎科学として確立されることになるだろう。

ともあれ、次世紀にむかって、本センターの探求の方向を改めて模索する今日この頃である。

## 1989年度 ワークショップがスタート

1989年度も昨年度に引き続き4件のワークショップが計画されているが、その1つ「エチレンの生態的役割」が5月31日～6月1日の2日間にわたって開催された。当日の話題提供は次のようであった。

ワークショップのねらい

エチレンの生合成と作用:その展望

ACC合成酵素の不活性化機構

生態系におけるエチレンの動態

種子発芽とエチレン

水生植物の生長とエチレン

重力刺激形態形成とエチレン

接触刺激形態形成とエチレン

傷害とエチレン

病害抵抗性誘導とエチレン

菅 洋 (東北大学遺伝生態研究センター)

S.F. Yang (University of California, Davis)

佐藤 茂 (東北大学教養部)

沢田 信一 (弘前大学理学部)

江刺 洋司 (東北大学教養部)

菅 洋 (東北大学遺伝生態研究センター)

高橋 秀幸 (東北大学遺伝生態研究センター)

太田 保夫 (東京農業大学農学部)

兵藤 宏 (静岡大学農学部)

関沢 泰治 (玉川大学農学部)

エチレンは、植物ホルモンの中で故一ガス体として存在し、その生成が容易に環境ストレスの影響を受けるので、その多彩な生理作用と相まって、生態系の中での植物の生活に重要な役割をになっているものと考えられる。

現在、エチレンの生理、生化学的研究は著しい進展をみせているが、その基礎をふまえて、エチレンの生態的役割について展望してみる機会を求めてこのワークショップが組織された。今回は特に、名古屋大学に滞在中のエチレン生合成研究の第一人者であるカリフォルニア大学のS.F. Yang教授の出席を得、生合成と作用について展望していただくことができたのは幸いであった。また弘前大学の沢田博士からは、生態系におけるエチレンの動態についてグローバルな視点も加えて、貴重な発表がなされた。その他の参加者からは、エチレンの多彩な生理作用をふまえて、生態系に生活する植物の多様な存在形態、生活環制御におけるエチレンの役割について具体的なデータに基づいた話題提供がなされた。

これらの視点は、Chemical ecology, Biochemical ecologyあるいはEcological biochemistryの立場からも、今まで論じられることの少なかった所であり、今後これらの学際的領域において植物ホ

ルモンがどのような制御機構のもとで、生態系を構成する植物種の生活に関与しているかを明らかにする上で欠落することのできない側面であろう。

なお、ワークショップの細部については、IGEシリーズの一冊として年度末迄に刊行予定である。

(菅 洋)

## —寄稿—

### 共同利用研究に参加して

佐藤洋一郎（国立遺伝学研究所）

遺伝生態センターで共同利用研究が公募されたので応募してみないかとセンターの佐藤雅志さんに勧められて、日頃から何かといっは集まる仲間たちを誘って「温度条件に対するイネの適応性のメカニズムに関する遺伝生態学的研究」という名で応募した。研究班の全員が40才未満という若い班で頼りなくもあったが、幸いご理解をえて採択して頂いた。採択されたことに勇氣百倍して、各人がそれぞれの視点から問題を整理しその結果を仙台に持ち寄り、新たなデータも加えて検討会を開いた。共同研究の期間が短く、また第1年目ということもあって何か結論めいたことをいえるような状況にはないが、それでも問題点を整理することができたし、また、ある共通認識に立って今後研究課題を決めることもできた。

共同研究を通じて私どもが持った共通の認識とは、生物の適応性は個体レベルでの適応性のほかに配偶子レベルでの適応性という面があるのではないかという認識である。

今まで適応性とか生態という言葉は、もっぱら個体または個体群生物学の用語であったが、これを配偶子のレベルにまで適用し、受精前および受精時の配偶子の適応性やいわゆる受精生態の適応的意義の解明が必要ではないかと考えたのである。イネの温度環境に対する適応性になぞらえていえば、低温に強い個体が選抜されその頻度が集団の中で徐々に高くなっていくと

いうことのほかに、低温抵抗性をつかさどる遺伝子は花粉にも体にも共通して働き、かつ低温抵抗の花粉が低温環境下で選択的に受精することによって低温抵抗性の個体が増加する、というようなメカニズムがあるのではないかということである。実は、このような配偶子選抜の考え方自身は、世界的に見れば決して新しいものではない。しかし配偶子選抜を適応性のメカニズムとしてきちんと捉えた研究は世界にもあまり例がないように思われる。

いずれにしても、花粉レベルでの適応性や受精生態に近い将来遺伝生態学の領域で最も活発な研究領域の1つになると思われる。この領域はまた、最近の活発な研究領域があまねくそうであるように、すぐれて学際的色彩の濃い研究領域でもある。視点や発想の異なる研究者が、研究機関の枠を超え実戦的に機能できる研究組織を持つことが必要であると思われる。さらに私どもの研究の場合、イネの個体という実験材料としては大型の材料を処理できる環境制御装置を必要とする。本センターの環境制御装置を共同研究で利用できるならば大きな福音である。今回の共同研究でその恩恵に浴することができたことも大変幸運であった。私どもの共同研究は、今年度はセンターの佐藤雅志さんの渡仏で中断せざるを得ないが、機会があればまた利用させていただきたいと思っている。

# —共同利用研究の紹介—

## イネの遠縁交雑後代において認められた 遺伝子の異常分離に関する研究

石川 隆二（弘前大学農学部）

イネ (*O. sativa*) は遺伝的変異が大きく、東南アジアから北海道まで様々な地域に栽培されており、大きくインド型品種群と日本型品種群の二群に分かれることが明らかにされている。また、岡（1953, 1958）はメソコチルの長さ、KOHによる胚乳崩壊性および籾の長幅比により、これら日本型品種群がさらに二分されることを報告している。

亜種レベルの分化をしていると考えられている日本型・インド型品種間交雑の後代では、一遺伝子支配であることが確かめられているにもかかわらず、期待される分離比を示さない場合があり、その原因はJones（1926）らが報告している配偶体遺伝子（もしくは不稔性遺伝子）が関与しているものと思われる。このような遺伝は種分化を考えるうえで興深いため、日本型イネ在来品種内における“歪の遺伝子”の分布について調査した。調査方法としては、インド型品種（Ac108）を12の日本型在来品種にトップ交配して得られたF<sub>1</sub>上の種子（F<sub>1</sub>集団）における遺伝子の異常分離を調査した。日本型品種群内におけるアイソザイム遺伝子は生育初期において安定した発現をするために各種団の調査が容易におこなえた。結果として、第一連鎖群

に所属することの知られているEst-2 およびPgi-2 遺伝子とd-33連鎖群に所属するAcp-1 およびPox-2 において、インド型品種由来の対立遺伝子頻度が高くなる異常分離が認められた。それらの異常分離の中で、Pox-2 に連鎖すると推測される“歪の遺伝子”の分布は大変興味深いものであった。異常分離の示す傾向として、北緯20° 以南に存在する日本型品種（熱帯日本型）とAc108との交雑後代におけるPox-2 の分離は正常であり、以北の品種（温帯日本型）との後代においては日本型親品種由来の対立遺伝子頻度が減少した。この傾向は、Ac108（インド型品種）と日本型品種とのF<sub>1</sub>における花粉稔性の傾向とよく一致し、Ac108と熱帯日本型品種とのF<sub>1</sub>の花粉稔性はおおよそ75%であり、温帯日本型品種とのF<sub>1</sub>ではおおよそ50%であった。これらの複合的な現象は、熱帯・温帯日本型間に存在する生殖的隔離機構の存在を示唆するものと思われた。その他の標識遺伝子の異常分離には顕著な傾向は認められなかった。

今後調査品種の由来地および品種数を増やし日本型品種群内における“歪の遺伝子”の分布、遺伝子の発現機構および染色体上の位置など調査していきたい。

## 植物病原放線菌の プラスミドの性状について

羽柴 輝良（東北大学農学部）

最近多くの作物において放線菌による新しい病害が各地で発生し、その被害が年々増大しており、これら病害の防除対策が早急に検討されなければならない。一方、病原糸状菌において核外遺伝子（プラスミドDNA）が分離され、その存在と病原性との関係が注目されている。本研究は植物病原放線菌、及び糸状菌から核外遺伝子を分離し、その性状を検討し、ベクターの開発、更には病原性との関係を明らかにし、放線菌および糸状菌による病害制御の方向性を検索することを目的としている。

放線菌による新しい病害、特にジャガイモの亀の甲症より分離した*Streptomyces* sp.菌株、サツマイモに根腐立枯病を起こす、*Streptomyces ipomoeae*菌株、計152菌株を供試し、更に放線菌では精力的な研究が行われている*Streptomyces lividans*菌株を対照として、プラスミドの抽出を試み、プラスミドの精製法の確立を行うとともに、電子顕微鏡によってプラスミドの形状をつきとめた。また制限酵素地図の作

成に着手し、病原放線菌および病原糸状菌の性状を解析するためのシャトルベクターの開発に入った。

ベクター候補となるプラスミド収集のためジャガイモ亀の甲症被害塊茎および付着土壌から分離した放線菌からプラスミドの検出を試みたが供試菌株の全てからプラスミドは検出されなかったが、新たに*S. luteolutescens*の1菌株から8.0, 3.0kbのプラスミドが見つかり、本プラスミドをベクターの第一候補に選定した。

一方、糸状菌例のプラスミドとしてはすでに私達が*Rhizoctonia solani*の菌糸融合第4群から見出した長さ2.7kbのプラスミドをシャトルベクターの第1候補に選定した。本プラスミドは両末端がヘアピン・ループ構造を取り、全く新しい形の線状プラスミドであることを見出し、その複製機構もわかってきた。

新しいシャトルベクターの開発によって、今後、病原糸状菌の病原性の解明等に寄与するものと期待している。

## ヒゲカビの孢子囊柄における光屈性

津留 俊介（山形大学・教育学部）

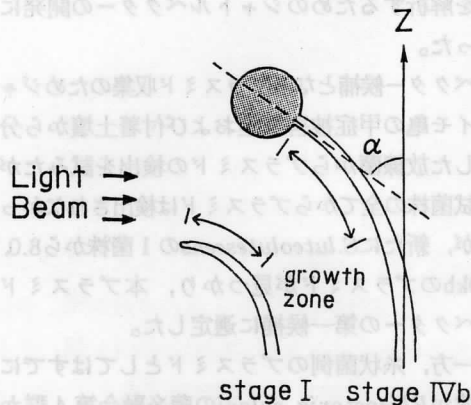
大瀧 保（東北大学・遺伝生態研究センター）

ヒゲカビは菌糸上に長さ10cm以上にもなる単細胞性の孢子囊柄を分化し、それが光や重力などの外的環境要因に対して敏感に反応して屈曲する。すなわち、可視光線（専ら青色光）に対しては正の屈性、紫外線に対しては負の屈性、そして孢子囊柄を横たえた場合には空中に立ち

上がる、いわゆる負の重力屈性を示す。

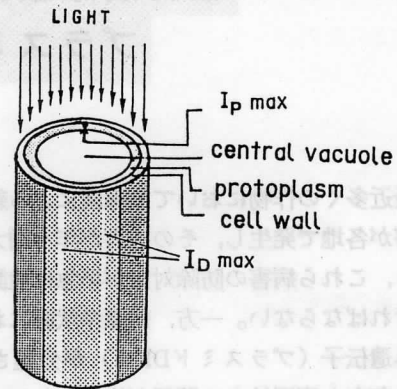
これらの屈曲は、孢子囊を形成する以前の第I期孢子囊柄では先端部、そして孢子囊を形成した後の第IVb期の孢子囊柄では孢子囊の直下の、いわゆる成長域と呼ばれる部域で起こる（図1）。また、この孢子囊柄の内部構造を見る

と、中央に大きな円柱状の液が占め、細胞質は細胞壁に沿って円筒状にリングを形成する形になっていて、核はこの細胞質中に無数に散在している(図2)。光刺激を感受する、いわゆる光受容体は、その化学的な正体はまだ不明ではあるが、この細胞壁に密着した原形質表層に存在するものと考えられている。



(図 1)

このような孢子囊柄に一方から光が照射されると、この孢子囊柄細胞は円柱レンズとして働くため、細胞に入射した光は反光源側の細胞壁上に焦点を結ぶ形となり、そこに強い光が当たることになる。この強い光によって成長が促進され、結果として孢子囊柄は光の方へ向かって正の屈曲をすることになる。実際には、孢子囊柄は回転運動をしており、したがってこの光屈性反応ももう少し複雑な系となっているが、ここではこの細胞のレンズ作用に注目して話を進めたいと思う。この孢子囊柄を細胞の屈折率(1.38)よりさらに高い屈折率を持つ流動パラフィンなどの溶液中に浸して光を一方向から照射すると、細胞は逆に発散レンズとして働くようになるため、入射光を収束出来なくなり、光源側の方でより強い光が当たるようになる。その結果孢子囊柄は負に屈曲するようになる。これは、細胞のレンズ効果の存在を証明する古典的な、かつ有名な実験である。



(図 2)

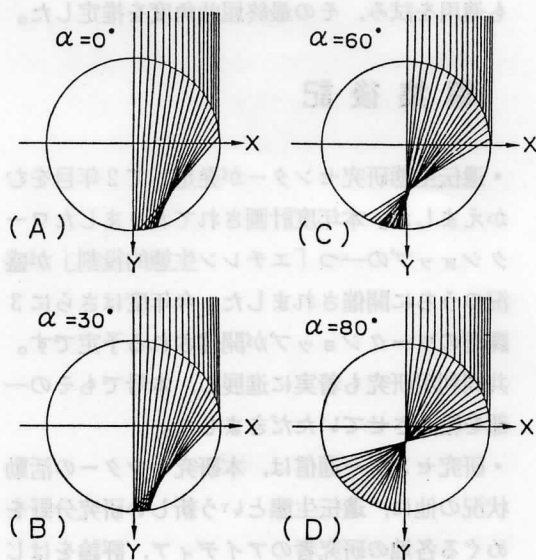
さて、このカビの光屈性について、我々はいくつかの不思議に思っていることがある。すなわち、(1)孢子囊柄は光源に向かって完全に90°までは屈曲せず、約70~75°付近の角度で止まり、したがって孢子囊柄はやや首を持ち上げた形で光源へ向かって行くことである。これは、これまで言われてきたように、光源に向かって頭を下げようとする正の光屈性と、頭を持ち上げようとする負の重力屈性の平衡によって起こるのか、あるいは孢子囊柄の屈曲が増大するとその先端についている球形の孢子囊がその直下にある生長域に影を作ってしまうようになるためか(sh-adowing effect)、あるいはまた他の原因も関与するのか、まだ明確にはなっていない。(2)孢子囊形成前の第I期孢子囊柄の方が孢子囊形成後の第IVb期の孢子囊柄より、また同じ第IVb期の孢子囊柄でも細いもの程より大きい角度まで屈曲すること。さらに我々は、(3)成長域が肥大する突然変異株(遺伝子型 *pil*)の孢子囊柄ではその直径が200 μm以上になると全て正から負に屈曲が逆転してしまうこと、そして、(4)野生株に比べ数十倍も多くβ-カロチンを細胞内に蓄積するβ-カロチン過剰変異株(遺伝子型 *carS*)の孢子囊柄でも、直径が野生株と同じであるのに、やはり負に屈曲することを見いだしたが、その機構は何か、等であ

た。これらの現象を統一的に説明出来る仮説を理論的に、また実験的に検討するのが本研究の目的であった。

我々はこれまで、その存在が確かめられている細胞のレンズ効果とこれまでの我々の実験結果を基盤にして、最も単純な仮説、すなわち、ヒゲカビの孢子囊柄が正に屈曲するか、あるいは負に屈曲するかは、孢子囊柄細胞の光源側で受ける光の最大光強度 ( $I_{Fmax}$ ) と反光源側で受ける光の最大光強度 ( $I_{Bmax}$ ) の比で決定されるという仮説をたてその検討を行ってきた。細胞壁での表面反射によって、入射光の一部が失われるため、光源側の細胞壁の内側に沿って存在する原形質のレベルで一番強い光を受ける部分は中心線上の点であり、一方、反光源側では焦点の2点となる (図2)。野生株の孢子囊柄では、光源側の最大光強度よりも反光源側の方のそれが強いために ( $I_{Fmax} < I_{Bmax}$ )、屈曲は光源側に向かって起こり、もしこの関係が逆転して ( $I_{Fmax} > I_{Bmax}$ ) となった場合には、負に屈曲すると考えた。

はたして負に屈曲を変えた *pil* 変異株や *carS* 変異株では  $I_{Fmax} > I_{Bmax}$  と逆転しているかどうかを検討するために、これら光源側と反光源側の2点における光強度を比較することを試みた。 $I_{Bmax}$  は焦点上にあり計算上その値は無限大になってしまうため、細胞の内容物による光散乱係数を導入して  $I_{Bmax}$  が有限値をとるようにした。理論的には、孢子囊柄の反光源側の二つの焦点の間隔を計算することによって、この細胞の光散乱係数を推測出来ることが明かとなった。次に *microbeam* を用いて細胞の光透過率を測定し、その結果から細胞の光減衰係数を求めた。これらの要因を計測することによって、ある強さで細胞に入射した光が、ある距離 (細胞の直径) を通過中に減衰を受けて反光源側に至った場合の  $I_{Bmax}$  が推測出来ることになる。

この様にして、正の屈曲から負の屈曲へ変わった直径  $200\text{ }\mu\text{m}$  以上の *pil* 変異株や、 $\beta$ -カロチンを多量に蓄積した *carS* 変異株の  $I_{Fmax}$  と  $I_{Bmax}$  を計算した結果、その比がいずれの場合も逆転し、 $I_{Fmax} > I_{Bmax}$  となっていることが判明した。すなわち、*pil* 変異株においては細胞の直径 (光路長) の増大によって細胞内での光減衰量が増大し、その結果反光源側まで到達する光が減少し、たとえレンズ効果によって焦点を結んだとしても、その光強度 ( $I_{Bmax}$ ) は光源側のそれ ( $I_{Fmax}$ ) までには至らなかったものと思われる。一方、*carS* 変異株においては、*pil* 変異株とは異なって光路長の増大によるものではなく、蓄積した  $\beta$ -カロチンによる光の吸収によって細胞内での光減衰量が増大し、やはり反光源側におけるレンズ効果が十分に発揮できなかったものと思われる。



(図 3)



我々は本共同研究でこの仮説をさらに発展させ、光源に向かって連続的に屈曲している孢子囊柄への適用を試みた。すなわち、孢子囊柄の屈曲角度が増加するにつれて、孢子囊柄の成長域には光がより鋭い入射角をもって斜め上方から射込む様になる。種々の角度で入射した場合の細胞内における光の軌跡を調べ(図3)、光源側と反光源側における最大光強度の比( $I_{\text{rmax}}/I_{\text{bmax}}$ )の変化を理論的に検討した結果、半径50  $\mu\text{m}$ 、細胞質の光屈折率1.38、散乱係数0.058、そして吸収係数6.42 $\text{mm}^{-1}$ を持つような標準的な孢子囊柄では、屈曲の角度が約72°となった時に比が逆転することが明らかになった。このような孢子囊柄では、従って、この角度が最終屈曲角度となる。我々の実測値では平均70.6°であったので、大体において一致するものと思われる。さらに興味あることには、この最終屈曲角度は孢子囊柄の直径に依存し、孢子囊柄が細いほど最終屈曲角度は大きくなることが明かとなり、我々の観察結果と一致する。さらに、これを連続的に負に屈曲している*pil*変異株にも適用を試み、その最終屈曲角度を推定した。

## 編集後記

・遺伝生態研究センターが発足して2年目をむかえました。本年度計画されておりましたワークショップの一つ「エチレン生態的役割」が盛況のうちに開催されました。今年度はさらに3課題のワークショップが開催される予定です。共同利用研究も着実に進展し、本号でもその一部を紹介させていただきました。

・研究センター通信は、本研究センターの活動状況の他に、遺伝生態という新しい研究分野をめぐる各地の研究者のアイディア、評論をはじめ、研究上のトピックス、書評、関連学会ニュースなど多様な内容で充実させたいと願っております。各位の御投稿をお願いいたします。

*pil*変異株では孢子囊柄の直径が200  $\mu\text{m}$ 以上になった場合でも、それぞれの直径に応じて負の最終屈曲角度が存在することが明らかとなり、理論的な推定値と実測値とが大体一致した。

このように我々の仮説は単純ではあるが、ヒゲカビにおける光屈性の方向性と最終的な屈曲角度をよく説明することが出来る。しかし、この仮説では孢子囊柄の成長に伴う細胞内容物の質的および量的変化による光散乱度や光吸収度の変化、入射光の細胞内反射の影響、そして光受容体分子の配列方向などを無視している。従って、この仮説の精度を高めるためには、さらに精密な計算と観察が要求される。孢子囊柄の最終屈曲角度の決定に関して、重力の影響や孢子囊によるshadowing effectがどの程度関与しているのかは、現在検討中である。

### 東北大学遺伝生態

研究センター通信No.6 平成元年(1989年)9月


編集・発行 東北大学遺伝生態研究センター

〒980 仙台市青葉区片平2丁目1-1

電話 022-227-6200(代表)

共同利用掛(内)3130.

・研究センター通信の題字は前東北大学学長、石田名香雄先生の自筆です。

・  は東北大学遺伝生態研究センターのシンボルマークです。また、IGEはInstitute of Genetic Ecologyの省略です。